

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 3636951 A1**

⑤ Int. Cl. 4:
G02B 7/11
H 04 N 5/232

⑳ Aktenzeichen: P 36 36 951.9
㉔ Anmeldetag: 30. 10. 86
㉕ Offenlegungstag: 25. 6. 87

Behörden Eigentum

DE 3636951 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1
30.10.85 JP P 60-245239 09.07.86 JP P 61-161053

⑦1 Anmelder:
Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Tiedtke, H., Dipl.-Ing.; Bühling, G., Dipl.-Chem.;
Kinne, R., Dipl.-Ing.; Grupe, P., Dipl.-Ing.; Pellmann,
H., Dipl.-Ing.; Grams, K., Dipl.-Ing.; Struif, B.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:
Baba, Takeshi; Niwa, Yukichi, Atsugi, Kanagawa, JP;
Yoshii, Minoru, Tokio/Tokyo, JP; Watanabe, Takako,
Atsugi, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einrichtung zur Scharfeinstellungsermittlung

Es wird für eine automatische Scharfstelleinrichtung eine Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung angegeben, die eine Detektoreinrichtung zum Ermitteln der Breite eines Randteils der Abbildung eines aufzunehmenden Objekts sowie eine Unterscheidungseinrichtung für das Erkennen eines Scharfeinstellungszustands aus der Größe der erfaßten Breite angegeben, wobei mit der Unterscheidungseinrichtung eine unscharfe Einstellung erkannt wird, wenn die Breite des Randteils des Objektbilds groß ist, und eine scharfe Einstellung erkannt wird, wenn die Breite des Randteils klein ist, wodurch die Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung ohne eine Beeinflussung durch Unterschiede hinsichtlich der Art und des Kontrastes des aufzunehmenden Objekts betreibbar ist.

DE 3636951 A1

36 36 951

1

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Scharfeinstellungsermittlung, gekennzeichnet durch eine Wandlereinrichtung (1) zum Umsetzen von einem Bild entsprechenden einfallenden Strahlen in elektrische Signale, eine Erfassungseinrichtung (13) zum Ermitteln der Breite eines Rands des Bilds aus den elektrischen Signalen und eine Unterscheidungseinrichtung (9 bis 11) zum Erkennen des Schärfezustands der Strahlen aus dem Ermittlungsergebnis der Erfassungseinrichtung. 5
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandlereinrichtung eine Bildaufnahmeeinrichtung (1) zum Umsetzen einfallender Strahlen in elektrische Signale und eine optische Einrichtung für das Zuführen der Strahlen zu der Bildaufnahmeeinrichtung aufweist. 15
3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnahmeeinrichtung (1) eine zweidimensionale Bildaufnahmeeinrichtung ist. 20
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung (13) zum Erfassen der Breite des Rands des Bilds in einer vorbestimmten Richtung ausgebildet ist. 25
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die vorbestimmte Richtung eine Horizontalabtastrichtung ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine Speichereinrichtung (22) zum Festhalten eines bei einer jeweiligen Horizontalabtastrung erzielten Maximalwerts der Randbreite des Bilds. 30
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidungseinrichtung (9 bis 11) eine Vergleichseinrichtung (9) zum Vergleichen der mittels der Erfassungseinrichtung (13) ermittelten Breite mit einem vorbestimmten Wert aufweist. 35
8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Wert (P_0) dem kleinsten Streukreisdurchmesser der optischen Einrichtung entspricht. 40
9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung (13) eine erste Erfassungseinrichtung (4) zum Ermitteln der Differenz zwischen dem höchsten und dem niedrigsten Helligkeitsgrad an dem Rand des Bilds, eine zweite Erfassungseinrichtung (6) zum Ermitteln eines an dem Rand des Bilds erzielten Helligkeitsgradienten und eine Recheneinrichtung (5, 7, 8) zum Berechnen der Breite des Randteils des Bilds aus den Ausgangssignalen der ersten und der zweiten Erfassungseinrichtung aufweist. 45
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidungseinrichtung (9 bis 11) zum Unterscheiden des Schärfezustands aufgrund von mittels der Erfassungseinrichtung (13) ermittelten mehreren Breitenwerten für mehrere Ränder ausgebildet ist. 50
11. Einrichtung zur Scharfeinstellungsermittlung, gekennzeichnet durch eine Aufnahmeeinrichtung (1) zum Aufnehmen eines Bilds und zum Erzeugen von dem Bild entsprechenden elektrischen Signalen, eine Erfassungseinrichtung (13, 22 bis 24) zum Ermitteln der Breite eines jeden Randteils des Bilds aus den elektrischen Signalen, wobei die Erfassungseinrichtung zum Zählen von Randteilen mit 55

2

einer Breite ausgebildet ist, die kleiner als ein vorbestimmter Wert ist, und eine Unterscheidungseinrichtung (30) zum Erkennen der Schärfe des Bilds aus den Ausgangssignalen der Erfassungseinrichtung.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassungseinrichtung (13, 22 bis 24) das Zählen für einen einzelnen Bildebenenbereich des mittels der Aufnahmeeinrichtung (1) aufgenommenen Bilds ausführt.

13. Einrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnahmeeinrichtung eine Bildaufnahmeeinrichtung (1) zum Umsetzen einfallender Strahlen in die elektrischen Signale und eine optische Einrichtung zum Zuführen der Strahlen zu der Bildaufnahmeeinrichtung aufweist.

14. Einrichtung nach Anspruch 13, gekennzeichnet durch eine Signalgeneratoreinrichtung (18 bis 21) zum Erzeugen eines Signals (B), das die Eigenschaften der optischen Einrichtung wiedergibt.

15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidungseinrichtung (30) zum Wechseln ihres Erkennungsverfahrens von einem Verfahren zu einem anderen entsprechend dem von der Signalgeneratoreinrichtung (18 bis 21) erzeugten Signal ausgebildet ist.

16. Einrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidungseinrichtung (30) zum Ermitteln der Schärfe durch Vergleichen einer vorbestimmten Anzahl von Zählergebnissen der Erfassungseinrichtung (13, 22 bis 24) ausgebildet ist.

17. Einrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidungseinrichtung (30) zum Ändern ihres Erkennungsverfahrens durch Ändern der vorbestimmten Anzahl ausgebildet ist.

18. Einrichtung zur Scharfeinstellungsermittlung, gekennzeichnet durch eine erste Erfassungseinrichtung (13) für das Ermitteln der Breite des Rands eines Bilds, eine zweite Erfassungseinrichtung (18 bis 21) für das Ermitteln eines von der Breite verschiedenen Kennparameters des Bilds und eine Unterscheidungseinrichtung (30) zum Erkennen der Schärfe des Bilds aus dem Ermittlungsausgangssignal der ersten oder zweiten Erfassungseinrichtung. 55

19. Einrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Erfassungseinrichtung (18 bis 21) zum Ermitteln eines Hochfrequenzparameters des Bilds ausgebildet ist.

20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidungseinrichtung (30) dazu ausgebildet ist, die Schärfe aus dem Ermittlungsausgangssignal der zweiten Erfassungseinrichtung (18 bis 21) zu erkennen, wenn das Ermittlungsergebnis der ersten Erfassungseinrichtung (13) eine vorbestimmte Bedingung erfüllt.

21. Einrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterscheidungseinrichtung (30) dazu ausgebildet ist, die Schärfe aus dem Ermittlungsausgangssignal der zweiten Erfassungseinrichtung (18 bis 21) zu erkennen, falls die Ermittlung durch die erste Erfassungseinrichtung (13) unmöglich ist.

22. Einrichtung zur Schärfereinstellung einer optischen Einrichtung, gekennzeichnet durch eine Wandlereinrichtung (1) zum Umsetzen einfallender Strahlen, die einem Bild entsprechen und über die optische Einrichtung ankommen, in elektrische Si-

36 36 951

3

gnale, eine Erfassungseinrichtung (13) zum Ermitteln der Breite eines Rands des Bilds aus den elektrischen Signalen und eine Stelleinrichtung (31) zum Verstellen der optischen Einrichtung entsprechend dem Ermittlungsausgangssignal der Erfassungseinrichtung.

23. Einrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinrichtung (31) dazu ausgebildet ist, die optische Einrichtung festzulegen, falls die mittels der Erfassungseinrichtung (13) ermittelte Breite kleiner als ein vorbestimmter Wert ist.

24. Einrichtung nach Anspruch 22 oder 23, gekennzeichnet durch eine Unterscheidungseinrichtung (30) zum Erkennen der Schärfe des Bilds aus der mittels der Erfassungseinrichtung (13) ermittelten Breite.

25. Einrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Einrichtung ein Objektiv ist.

26. Einrichtung zur Scharfeinstellung einer optischen Einrichtung, gekennzeichnet durch eine Schärfeermittlungseinrichtung (1 bis 30) zum Ermitteln der Schärfe eines mit der optischen Einrichtung erzeugten Bilds und eine Stelleinrichtung (31), mit der die optische Einrichtung in der Richtung zu einer Steigerung der Schärfe verstellbar und in einer Lage anhaltbar ist, welche von einer maximal erzielbaren Scharfeinstellung der optischen Einrichtung in einer vorbestimmten Richtung abweicht.

27. Einrichtung nach Anspruch 26, gekennzeichnet durch eine Unterscheidungseinrichtung (30) zum Ermitteln der Richtung, in der die optische Einrichtung mittels der Stelleinrichtung (31) entsprechend der mittels der Schärfeermittlungseinrichtung (1 bis 30) erfaßten Schärfe und der vorbestimmten Richtung zu verstellen ist, nachdem die optische Einrichtung mit der Stelleinrichtung festgelegt worden ist.

28. Einrichtung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Schärfeermittlungseinrichtung (1 bis 30) eine Erfassungseinrichtung (18 bis 21) zum Ermitteln der Hochfrequenzkomponente des von der optischen Einrichtung erzeugten Bilds enthält.

29. Einrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Schärfeermittlungseinrichtung (1 bis 30) eine Randbreiteermittlungseinrichtung (13, 22 bis 24) zum Ermitteln der Breite des Rands des von der optischen Einrichtung erzeugten Bilds enthält.

30. Einrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinrichtung (31) zum Anhalten der optischen Einrichtung in einer Stellung ausgebildet ist, die über die Stellung für das Erzielen der maximalen Schärfe hinausgeht.

31. Einrichtung nach einem der Ansprüche 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Stelleinrichtung (31) zum Anhalten der optischen Einrichtung ohne Durchlaufen der Stellung für das Erzielen der maximalen Schärfe ausgebildet ist.

32. Scharfeinstellung für eine optische Einrichtung, gekennzeichnet durch eine Schärfeermittlungseinrichtung (1 bis 30) zum Ermitteln der Schärfe eines von der optischen Einrichtung erzeugten Bilds, eine Stelleinrichtung (31) zum Verstellen der optischen Einrichtung in eine Stellung derselben in der Rich-

4

tung zu einer Steigerung der Schärfe und zum Anhalten der optischen Einrichtung in einer Stellung, die von einer erzielbaren Maximalschärfestellung der optischen Einrichtung abweicht, eine Signalgeneratoreinrichtung zum Erzeugen eines Signals, das die Richtung der Abweichung von der Stellung zeigt, an der die optische Einrichtung durch die Stelleinrichtung angehalten ist, und eine Verstellrichtungs-Bestimmungseinrichtung zum Bestimmen der Richtung, in der die optische Einrichtung zu verstellen ist, aufgrund des von der Signalgeneratoreinrichtung erzeugten Signals und des mittels der Schärfeermittlungseinrichtung ermittelten Schärfegrads.

33. Einrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Schärfeermittlungseinrichtung (1 bis 30) eine Erfassungseinrichtung (18 bis 21) zum Erfassen der Hochfrequenzkomponente des von der optischen Einrichtung erzeugten Bilds enthält.

34. Einrichtung nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß die Schärfeermittlungseinrichtung (1 bis 30) eine Randbreiten-Ermittlungseinrichtung (13, 22 bis 24) zum Ermitteln der Breite des Rands des von der optischen Einrichtung erzeugten Bilds enthält.

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung.

Es sind verschiedenerlei Verfahren zum Ermitteln der Schärfe des auf einer Bildebene erzeugten Bilds eines Aufnahmeobjekts durch ein aus einem Bildsensor einer Videokamera oder dergleichen erhaltenes Bildsignal bei einer Scharfeinstellung durch das Verstellen eines optischen Systems in der Weise bekannt, daß die ermittelte Schärfe auf einen Maximalwert gebracht wird.

Eine erste Art dieser bekannten Verfahren besteht darin, daß mittels eines Filters und einer Differenzierschaltung oder dergleichen die hochfrequente Komponente des Bildsignals herausgezogen wird und die Schärfe des Objektbilds aus der Intensität der herausgezogenen Hochfrequenzkomponente bewertet wird. Bei der Scharfeinstellung nach diesem Verfahren wird die Richtung, in der das optische System zu verstellen ist, durch Vergleichen der Schärfegrade von während der Verstellung des optischen Systems auf zwei voneinander verschiedene Weisen erzeugten Bildern bestimmt und der Scharfeinstellungszustand des optischen Systems dadurch erhalten, daß das optische System in einer Stellung angehalten wird, bei der die maximale Bildschärfe erzielt wird.

Bei einem in der JP-Patentveröffentlichung 54-44 414 beschriebenen Beispiel einer zweiten Art der bekannten Verfahren wird der Umstand genutzt, daß das Ausmaß des Bereichs mittlerer Dichte des aufzunehmenden Objekts sich mit dem Schärfegrad ändert. D. h., der Bereich mittlerer Dichte wird bei unscharfer Einstellung groß und bei der Scharfeinstellung klein. Die Einrichtung für dieses Verfahren zur Scharfeinstellungsermittlung ist daher derart gestaltet, daß ein Scharfeinstellungszustand in einer Stellung bestimmt wird, bei der der Bereich mittlerer Dichte eine minimale Abmessung erreicht. Ein weiteres Beispiel für die bekannten Verfahren der zweiten Art ist in der JP-Patentveröffentlichung 52-30 324 beschrieben. In diesem Fall wird abweichend von der Einrichtung gemäß der JP-Patentveröffentlichung 54-44 414, gemäß der die Größe des Bereichs

36 36 951

5

mittlerer Dichte erfaßt wird, die Größe entweder des Bereichs hoher Dichte oder des Bereichs geringer Dichte eines Objekts erfaßt und unter Nutzung des Umstands, daß sich die Größe des Bereichs hoher oder geringer Dichte mit dem Scharfeinstellungsgrad ändert, als erreichte Scharfeinstellung eine Einstellung bewertet, bei der ein solcher Dichtebereich eine maximale Größe erreicht.

Im allgemeinen ändert sich jedoch die erfaßte Bildscharfe in großem Ausmaß entsprechend der Art und dem Kontrast des aufzunehmenden Objekts. Daher ergibt sich bei den vorstehend genannten bekannten Verfahren der ersten und der zweiten Art das folgende Problem: Da sich die ermittelte Schärfe beispielsweise infolge einer geringfügigen Bewegung des Objekts oder einer Änderung der Beleuchtungsbedingungen ändert, kann während der Verstellung des optischen Systems ein falscher Maximalwert der Schärfe erreicht werden. In diesem Fall kann das optische System in einer Stellung angehalten werden, die nicht der tatsächlichen Scharfeinstellung entspricht. Sobald ferner das optische System auf diese Weise angehalten wird, ist kein auf unterschiedliche Weise erzeugtes Bild mehr für einen weiteren Vergleich verfügbar. Daher wird es unmöglich, mit der entsprechenden Einrichtung den tatsächlichen Scharfeinstellungszustand des optischen Systems richtig zu erfassen. Ferner muß bei den bekannten Verfahren allgemein, nämlich nicht nur bei den genannten Verfahren der ersten und der zweiten Art das optische System zumindest einmal über eine Scharfeinstellungslage hinaus verstellt werden. Eine auf diese Weise erreichte Abbildung wird daher verschwommen, nachdem die Scharfeinstellungslage erreicht worden ist und bevor diese wieder erreicht wird. Infolgedessen wird die Abbildung unbrauchbar.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, zum Lösen der vorstehend genannten Probleme der Verfahren nach dem Stand der Technik eine Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung zu schaffen, die es ermöglicht, einen Scharfeinstellungszustand unabhängig von Unterschieden hinsichtlich der Art und des Kontrastes des aufzunehmenden Objekts auf beständige bzw. zuverlässige Weise zu erfassen.

Ferner soll mit der Erfindung eine Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung geschaffen werden, die bei der Anwendung an einer Einrichtung zur automatischen Scharfeinstellung eine sofortige Scharfeinstellung erlaubt.

Zur Lösung der Aufgabe wird gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung eine Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung mit einem fotoelektrischen Wandlerelement zum Umsetzen eines auf einer Wandlerebene erzeugten Bilds eines Objekts in ein elektrisches Signal geschaffen, bei der ein Scharfeinstellungszustand durch das Erfassen der Breite eines Randteils des Objektbilds mit einer Erfassungseinrichtung und entsprechend dem Ausmaß der mit dieser Erfassungseinrichtung erfaßten Breite ermittelt wird.

Ein Merkmal dieser Einrichtung besteht darin, daß dann, wenn sich der maximale Schärfeegrad eines an einer Stelle erhaltenen Objektbilds ändert sobald die tatsächliche Anhaltestelle eines optischen Aufnahmesystems von dieser Stelle verschieden ist, das optische Aufnahmesystem in der Richtung zum Erzielen des maximalen Schärfegrads verstellt wird, falls auf diese Weise die Schärfe vermindert ist, und in der Gegenrichtung, falls die Schärfe zunimmt, so daß die Verstelleinrichtung für die Scharfeinstellung sofort und genau bestimmt

6

werden kann.

Ferner soll mit der Erfindung eine automatische Scharfeinstelleinrichtung geschaffen werden, die eine schnelle Scharfeinstellung ermöglicht.

Weiterhin soll mit der Erfindung eine automatische Scharfeinstelleinrichtung geschaffen werden, bei der das unerwünschte Auftreten von Regelschwingungen oder dergleichen verhindert ist.

Weiterhin soll mit der erfindungsgemäßen Ermittlungseinrichtung eine automatische Scharfstelleinrichtung geschaffen werden, die trotz Unterschieden hinsichtlich der Art und des Kontrastes aufzunehmender Objekte stabil arbeitet.

Eine Einrichtung zur Scharfeinstellung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung weist eine Schärfeermittlungseinrichtung für das Ermitteln des Schärfegrads eines auf einer Bildaufnahmeebene durch ein optisches Fotoaufnahme- bzw. Bildaufnahmesystem erzeugten Objektbilds, eine Einrichtung zum Verstellen des optischen Systems in der Richtung zur Steigerung des Schärfegrads und zum Anhalten des optischen Systems durch Versetzen der Lage des optischen Systems innerhalb eines Schärfebereichs von einer erreichbaren Stelle maximaler Schärfe weg in eine vorgegebene Richtung sowie eine Einrichtung zum Bestimmen der Richtung auf, in welcher das optische System entsprechend der Information über einen mittels der Ermittlungseinrichtung nach dem Anhalten des optischen Systems erfaßten Schärfeegrad sowie auch entsprechend der vorstehend genannten vorgegebenen Richtung zu verstellen ist.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1(a) bis 1(c), 2(a) bis 2(c) und 3(a) bis 3(c) veranschaulichen das Prinzip der erfindungsgemäßen Einrichtung, wobei die Fig. 1(a), 2(a) und 3(a) jeweils die Beschaffenheit unterschiedlicher Aufnahmeobjekte zeigen, die Fig. 1(b), 2(b) und 3(b) jeweils die Kurvenform von mit diesen Objekten erhaltenen Bildsignalen bei scharfer Einstellung zeigen und die Fig. 1(c), 2(c) und 3(c) jeweils die Kurvenform der Bildsignale bei unscharfer Einstellung zeigen.

Fig. 4 und 5 sind Blockdarstellungen, die ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung zeigen.

Fig. 6 ist eine Blockdarstellung einer automatischen Scharfstelleinrichtung mit einer Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 7 bis 9 sind Ablaufdiagramme, die die Funktion eines Mikroprozessors 30 nach Fig. 6 veranschaulichen.

Fig. 10(a) bis 10(c) und 11(a) bis 11(c) veranschaulichen ein anderes Prinzip der erfindungsgemäßen Einrichtung.

Fig. 12 ist eine grafische Darstellung, die eine Schärfe q im Zusammenhang mit Schwellenwerten $qL1$ und $qL2$ zeigt.

Fig. 13 und 14 sind Ablaufdiagramme, die die Funktion des Mikroprozessors 20 veranschaulichen.

Zunächst wird das Funktionsprinzip bei der erfindungsgemäßen Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung anhand der Fig. 1(a) bis 1(c) und 2(a) bis 2(c) wie folgt beschrieben: Die Fig. 1(a) ist eine grafische Darstellung eines Rands, der ein aufzunehmendes Objekt ist und ein Schwarz/Weiß-Muster bildet. In der Fig. 1(a) ist eine räumliche Achse x' gezeigt, die die optische Achse eines optischen Systems senkrecht schneidet. Diese gra-

BEST AVAILABLE COPY

phische Form der Kante wird von einem Bildsensor auf fotoelektrische Weise in ein elektrisches Bildsignal umgesetzt. Gemäß Fig. 1(b) hat der Pegel $I(x)$ des auf diese Weise erhaltenen Bildsignals eine steile Flanke, wenn das optische System scharf eingestellt ist. Falls das optische System jedoch nicht scharf eingestellt ist, hat das Bildsignal eine abgestumpfte Flanke gemäß Fig. 1(c). Mit x ist die Achse auf der Bildaufnahmeebene des Bildsensors bezeichnet, die der in Fig. 1(a) gezeigten räumlichen Achse x' entspricht. Im allgemeinen wird das Bildsignal durch elektrisches Abtasten des Bildsensors in der Form eines zeitlich seriellen Signals abgenommen. Zur Erläuterung wird jedoch dieses Signal als ein Signal in bezug auf die Achse x auf der Bildaufnahmeebene betrachtet.

Gemäß Fig. 1(b) und 1(c) ist eine Breite Δx der Flanke des Bildsignals $I(x)$ an dem Randteil im Scharfeinstellungszustand ein Minimalwert Δx_0 , während die Breite mit zunehmendem Ausmaß der Unschärfe zunimmt. Die Breite Δx ist durch den Unschärfe- bzw. Streukreisdurchmesser, das Auflösungsvermögen des Bildsensors und die Bandbreite einer Bildsignal-Verarbeitungsschaltung bestimmt. Da jedoch die letzteren beiden Faktoren keine Beziehung zu dem Scharfeinstellungszustand eines optischen Systems haben, kann durch das Ermitteln der Breite Δx des Flankenteils des Bildsignals die scharfe oder unscharfe Einstellung des optischen Systems ermittelt werden. Das optische System ist als scharf eingestellt anzusehen, wenn Δx ungefähr Δx_0 ist, und als unscharf eingestellt, wenn $\Delta x > \Delta x_0$ gilt. Die Unterscheidung zwischen einem Scharfeinstellungszustand und einem Unschärfezustand erfolgt unabhängig von der mittleren Helligkeit bzw. Leuchtdichte der Randabbildung und von dem Kontrast derselben. D. h., es wird die Breite des Randteils der Abbildung eines aufzunehmenden Objekts ermittelt und die Abbildung als unscharf bestimmt, wenn die Breite groß ist, bzw. als scharf, wenn die Breite klein ist.

Ferner ändert sich im Falle eines normalen Objekts gemäß Fig. 2(a) an den Konturen von Personen oder anderen Objekten die Helligkeit sprunghaft. In der Umgebung der Kontur tritt eine gewisse Helligkeits- bzw. Leuchtdichteverteilung auf, die derjenigen der grafischen Form des in Fig. 1(a) gezeigten Rands sehr ähnlich ist. Daher wird gemäß Fig. 2(b) und 2(c) die Breite Δx des Flankenteils des Bildsignals $I(x)$ ermittelt. D. h., die Unterscheidung zwischen einem Scharfeinstellungszustand und einem Unschärfezustand kann durch Vergleichen der auf diese Weise ermittelten Breite mit einem bekannten Wert Δx_0 getroffen werden, welcher die bei der Scharfeinstellung des optischen Systems erreichbare Breite des Flankenteils darstellt. Falls ein Objekt gemäß Fig. 3(a) fein gemustert ist, kann der Einstellungszustand nicht ermittelt werden, da die Verteilungen zweier Flankenteile einander überlappen und daher die Breite Δx selbst im Falle einer unscharfen Einstellung nicht größer wird. Für die Ermittlung der Scharfeinstellung muß daher eine in Fig. 1(b) gezeigte Breite L der jeweils den Flankenteil bildenden schwarzen und weißen Bereiche etwas größer als der Wert Δx_0 bei der Scharfeinstellung sein. Beispielsweise muß die Breite L zumindest zweimal oder einigemal so groß sein wie dieser Wert. Da der Wert Δx_0 ungefähr gleich dem kleinsten Streukreisdurchmesser des optischen Systems ist, ist die Breite L im Vergleich zu der Größe der ganzen Bildebene sehr klein. Ein derartiger Randteil liegt bei nahezu jedem aufzunehmenden Objekt vor. Daher kann die derart ausgeführte Ermittlung der Scharfein-

stellung auf gleichartige Weise bei nahezu allen Aufnahmeobjekten angewandt werden.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird die Breite Δx des Flankenteils dadurch ermittelt, daß aus dem Bildsignal $I(x)$ der Helligkeitsgradient dI/dx des Flankenteils und eine Helligkeits- bzw. Leuchtdichtedifferenz ΔI zwischen den Bereichen an den in Fig. 1(b) und 2(b) gezeigten Flanken berechnet werden und dann ein Verhältnis P zwischen diesen Werten folgendermaßen berechnet wird: $P = (dI/dx)/\Delta I$. D. h., die Breite Δx des Flankenteils wird auf indirekte Weise ermittelt. Der Wert P entspricht dem Kehrwert der Breite Δx des Flankenteils und gibt die Schärfe bzw. Steilheit der Flanke an. Gemäß den Fig. 1(b) und 1(c) bleibt die bei der Scharfeinstellung ermittelte Helligkeitsdifferenz ΔI zwischen den Bereichen an der Flanke bei einer etwas unscharfen Einstellung des optischen Systems unverändert. Daher kann dieser Wert ΔI auch bei unscharfer Einstellung ermittelt werden, selbst wenn die Kurvenform des Bildsignals bei der Scharfeinstellung zuvor nicht bekannt ist. Die Breite Δx des Flankenteils kann daher durch das Normieren des Flanken-Gradienten dI/dx , der sich entsprechend dem Zustand scharfer oder unscharfer Einstellung empfindlich bzw. deutlich ändert, mit diesem Wert als ΔI normiert wird. Ferner ist die Breite Δx des Flankenteils nicht von der mittleren Helligkeit und dem Kontrast des Objekts abhängig. Daher kann die Unterscheidung zwischen einem Zustand scharfer Einstellung und einem Zustand unscharfer Einstellung des optischen Systems ohne Beeinträchtigung durch irgendwelche Abweichungen hinsichtlich der mittleren Helligkeit oder des Kontrastes des Objekts getroffen werden.

Ein Ausführungsbeispiel, das nach dem vorstehend beschriebenen Funktionsprinzip arbeitet, ist folgendermaßen gestaltet: Fig. 4 ist ein Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Scharfeinstellungsermittlung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel. Bei dem Ermitteln des vorangehend genannten Verhältnisses $P = (dI/dx)/\Delta I$ wird ein Wert $F(x)$ an einem jeweiligen Ort x folgendermaßen ermittelt: $F(x) = (dI/dx)/\Delta I(x)$. Der auf diese Weise erhaltene Wert $F(x)$ wird mit einem vorgegebenen Schwellenwert $P_0 \approx 1/\Delta x_0$ verglichen, um die Anzahl von scharfen Flanken bzw. scharf abgebildeten Rändern zu ermitteln. Falls dann die Anzahl der scharfen Flanken eine vorgegebene Anzahl übersteigt, wird dies als Scharfeinstellung des optischen Systems bewertet. Ferner wird der Wert $\Delta I(x)$ folgendermaßen berechnet:

$$\Delta I(x) = \int_{x-L}^{x+L} dx' \left| \frac{dI}{dx}(x') \right|$$

In dieser Gleichung ist L ein Wert, der zweimal oder einigemal so groß ist wie der kleinste Streudurchmesser des optischen Systems. Daher erfolgt eine Integration für diesen Wert an den Bildelementen des Bildsensors in einem Bereich, der einige Bildelemente bis zu etwa 10 Bildelementen umfaßt. Der Wert $\Delta I(x)$ ergibt einen Wert der Differenz ΔI zwischen der größten Helligkeit und der geringsten Helligkeit einer Fläche innerhalb eines vorgegebenen Bereichs, der bei einem Randteil vor und hinter dem Flankenteil wie dem in Fig. 1(b) und 1(c) gezeigten liegt. Im Falle eines feinen Musters wie in dem in Fig. 3(a) gezeigten übersteigt der Wert $\Delta I(x)$ immer die Differenz zwischen den höchsten und den niedrigsten Werten, was einen kleinen Wert $F(x)$

ergibt, welcher niemals zu einer falschen Scharfeinstellung-Unterscheidung führt.

Die Fig. 4 zeigt einen Bildsensor 1 für die zeitlich serielle Abgabe eines Video- bzw. Bildsignals, eine Differenzierschaltung 2, die einen Differenziervorgang für das Ermitteln des Gradienten dI/dt des Bildsignals ausführt oder ein Differenzsignal erzeugt, welches die Differenz zwischen einem um eine bestimmte Zeitspanne verzögerten Signal und einem unverzögerten Signal entspricht, eine Absolutwertschaltung 3 und eine Rechenschaltung 4, die zum Ermitteln eines dem vorstehend genannten Wert $\Delta I(x)$ entsprechenden Signals $\Delta I(t)$ ausgebildet ist. Mit t ist die Länge der nach dem Beginn des Auslesens des Signals aus dem Bildsensor 1 verstrichenen Zeit bezeichnet. Die Einzelheiten der Gestaltung der $\Delta I(t)$ -Rechenschaltung 4 sind in Fig. 5 gezeigt. Die Rechenschaltung 4 enthält eine Verzögerungsschaltung 14 zum Verzögern eines ankommenden Signals um eine Zeitspanne T , eine Subtrahierschaltung 15 und eine Integrierschaltung 16. Diese beiden Schaltungen dienen gemeinsam zum Integrieren eines Verzögerungs-Differenzsignals

$$\left| \frac{dI}{dt}(t) \right| - \left| \frac{dI}{dt}(t-T) \right|$$

in bezug auf ankommende Signal

$$\left| \frac{dI}{dt}(t) \right|.$$

Dieser Integriervorgang ergibt ein Signal

$$\Delta I(t) = \int_{t-T}^t \left| \frac{dI}{dt}(t') \right| dt'.$$

Die Fig. 4 zeigt ferner eine Verzögerungsschaltung 6 für das Verzögern des Signals

$$\left| \frac{dI}{dt}(t) \right|$$

um ungefähr eine Zeitspanne von $T/2$, Logarithmierschaltungen 5 und 7 und eine Subtrahierschaltung 8. Aus einer logarithmischen Differenz wird ein Signal

$$P(t) = \left| \frac{dI}{dt} \left(t - \frac{T}{2} \right) \right| / \Delta I(t)$$

erhalten. Das auf diese Weise ermittelte Signal $P(t)$ wird in einer Vergleichsschaltung 9 mit dem vorangehend genannten vorgewählten Schwellenwert P_0 verglichen. Eine Einzelimpulsschaltung bzw. monostabile Kippstufe 10 erzeugt jeweils gemäß dem Ausgangssignal der Vergleichsschaltung 9 ein Impulssignal. Die Anzahl der Impulse des Impulssignals wird mittels eines Zählers 11 gezählt. Ein Zeitsignalgenerator 12 erzeugt Zeitsteuersignale für das ganze System sowie Steuertaktimpulse, die an den Bildsensor 1 angelegt werden. Der Zähler 11 wird durch ein Vertikalsynchronisierungssignal rückgesetzt und zählt die Anzahl der in einem Vollbild oder einem Halbbild auftretenden Flanken mit einer Steilheit, die den Schwellenwert P_0 übersteigt. Als Scharfeinstellung des optischen Systems wird bewertet, daß der auf diese Weise erhaltene Zählwert einen vorgegebenen Wert übersteigt, während er als unscharfe Einstellung bewertet wird, wenn der Zählwert den vorgegebenen Wert nicht übersteigt. Der Schwellenwert P_0 muß nicht auf

einen festen Wert eingestellt werden. Falls sich die Abbildungseigenschaften des optischen Systems mit einer Änderung eines Blendenwerts oder eines Brennwertzustands desselben stark ändern, ist es vorteilhaft, irgendeine Einrichtung zum Erfassen dieser Parameter und für das Einstellen des Schwellenwerts P_0 auf einen entsprechenden optimalen Wert vorzusehen. Falls sich beispielsweise die Funktion des optischen Systems derart verschlechtert, daß mit zunehmendem Blendenwert ein größerer Streukreisdurchmesser entsteht, wird der Schwellenwert P_0 entsprechend der Zunahme des Blendenwerts verringert. Im Falle von Signalen nach dem NTSC-System wird vorzugsweise jeweils die Zeitkonstante der Differenz- oder Differenzierschaltung 2 auf einen Wert zwischen 100 und 500 ns und die Verzögerungszeit T der Verzögerungsschaltung auf einen Wert zwischen 500 ns und 2 μ s eingestellt. Das Verfahren zum Ermitteln des Werts $\Delta I(t)$ kann geändert werden auf:

$$\Delta I(t) = \left[\int_{t-T}^t \left| \frac{dI}{dt}(t') \right|^2 dt' \right]^{1/2}$$

In diesem Fall trägt ein Teil, an dem

$$\left| \frac{dI}{dt}(t) \right|$$

ein kleiner Wert wird, wenig zu dem Wert $\Delta I(t)$ bei. Daher kann die Helligkeitsdifferenz ΔI auch durch Berechnung für einen Flankenteil mit einem gewissen Ausmaß an Welligkeit gemäß Fig. 2(b) auf die gleiche Weise wie für einen idealen Flankenteil gemäß Fig. 1(b) ermittelt werden. In diesem Fall wird die Absolutwertschaltung 3 durch eine Quadrierschaltung ersetzt. Eine weitere mögliche Abwandlung besteht darin, zwischen die Absolutwertschaltung 3 und die $\Delta I(t)$ -Rechenschaltung 4 einen Begrenzer zu schalten und dann, wenn der Wert

$$\left| \frac{dI}{dt} \right|$$

geringer als ein vorgegebener Wert ist, das Eingangssignal der Rechenschaltung 4 zwangsweise auf "0" zu setzen, um die gleiche vorteilhafte Wirkung zu erhalten.

Wenn ferner der in der Rechenschaltung 4 berechnete Wert $\Delta I(t)$ klein ist, ist infolge irgendeines Störsignals bzw. Rauschens des Bildsignals in dem der Logarithmierschaltung 7 zugeführten Wert.

$$\left| \frac{dI}{dt} \right|$$

ein gewisser Fehler enthalten. In diesem Fall ist die Genauigkeit des ermittelten Werts $P(t)$ vermindert. Dieser Fehler kann dadurch unterdrückt werden, daß die Kennlinie der Logarithmierschaltung 8 derart geändert wird, daß deren Ausgangssignal entsprechend einer Verringerung des Eingangssignals $\Delta I(t)$ in einer Richtung versetzt wird, bei der es größer als ein Wert $\log \Delta I(t)$ wird, um dadurch den ermittelten Wert $P(t)$ zu verringern.

Die Fig. 6 ist ein Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels, bei dem die Einrichtung zur Scharfeinstellungsermittlung in einer Einrichtung zur automatischen Scharfeinstellung eingesetzt ist. In der Darstellung sind zur Vereinfachung Speicheradressenzähler und Steuerleitungen für Speicher und A/D-Wandler weggelassen. Nach Fig. 6 wird ein aus dem Bildsensor 1

erhaltenes Bildsignal einem Schaltglied 17 zugeführt. Das Schaltglied 17 läßt entsprechend einem Steuersignal G nur denjenigen Teil des Signals durch, der einem vorgegebenen Erfassungsbereich der Bildebene entspricht. Die Fig. 6 zeigt ein Hochpaßfilter 18 eine Gleichrichterschaltung 19, eine Integrierschaltung 20, die zum Erfassung der Intensität der Hochfrequenzkomponente des aus dem Erfassungsbereich innerhalb eines Vollbild- oder Teilbildabschnitts des Signals erhaltenen Bildsignals ausgebildet ist, und einen A/D-Wandler 21 zur Analog/Digital-Umsetzung der erfaßten Intensität der Hochfrequenzkomponente. Das Ausgangssignal des A/D-Wandlers 21 wird als Signal B einem Mikroprozessor 30 zugeführt. Ferner zeigt die Fig. 6 eine Rechenschaltung 13, die gemäß der Darstellung in Fig. 4 zum Berechnen der Steilheit $P(i)$ der Flanke ausgebildet ist, und eine Spitzenwerthalteschaltung 22. Die Spitzenwerthalteschaltung 22 speichert einen innerhalb einer Horizontalabtastzeile erhaltenen maximalen Wert P_i des Werts $P(i)$ und wird durch ein Signal $/H$ rückgesetzt, welches für eine jede Horizontalabtastung zwischen niedrigem und hohem Pegel wechselt. Ein A/D-Wandler 23 ist für die A/D-Umsetzung des bei einer jeweiligen Horizontalabtastung erhaltenen maximalen Werts P_i von $P(i)$ und für das aufeinanderfolgende Einspeichern des umgesetzten maximalen Werts P_i in einen Speicher 24 ausgebildet. Mit P_i ist der maximale Wert bezeichnet, wobei i eine Abtastzeilennummer in dem Erfassungsbereich darstellt. Der Mikroprozessor 30 liest den Inhalt des Speichers 24 innerhalb der Vertikalrücklaufperiode eines Vollbilds oder eines Testbilds aus. Schaltungselemente 25 bis 29 dienen zum Berechnen der Bewegungsgeschwindigkeit der Abbildung eines aufzunehmenden Objekts. Insbesondere im Falle einer Videokamera wird mittels dieser Schaltungselemente 25 bis 29 verhindert, daß infolge von Erschütterungen der Kamera durch Handvibrationen oder infolge einer Bewegung des Aufnahmeobjekts die automatische Scharfeinstelleinrichtung fehlerhaft oder instabil arbeitet. Im einzelnen würde dann, wenn durch die Handschütterung oder eine Bewegung des Objekts ein scharfes Bild des Objekts zeitweilig aus dem Erfassungsbereich der Bildebene heraus bewegt bzw. versetzt wird, fälschlicherweise eine unscharfe Einstellung des optischen Systems ermittelt und infolgedessen ein Motor zur Verstellung angesteuert werden. Ferner würde selbst dann, wenn das Objektbild noch in dem Erfassungsbereich verbleibt, die Erschütterung der Kamera infolge der Sammelwirkung an dem Bildsensor 1 die Steilheit $P(i)$ der zu erfassenden Flanke abstumpfen, so daß dann ein Scharfeinstellungszustand fälschlich als unscharfe Einstellung bewertet werden würde. Die Schaltungselemente 25 bis 29 sind zur Lösung dieses Problems durch das Erfassen der Bewegungsgeschwindigkeit des Objektbilds gestaltet. Die Anordnung umfaßt eine Digitalisierschaltung 25, die durch binäres Digitalisieren eines Bildsignals das Muster eines Bilds herauszieht, einen Multiplexer 26 und Speicher 27 und 28, die abwechselnd die Auszugsbildmuster speichern, wobei der Multiplexer entsprechend einem Signal f_v schaltet, dessen Pegel für jedes einzelne Vollbild oder Halbbild zwischen hohem und niedrigem Pegel wechselt. Auf diese Weise werden in den Speichern 27 und 28 die Bildmuster für zwei aufeinanderfolgende Vollbilder oder Teilbilder gespeichert. Diese Anordnung ermöglicht es, danach in einem Geschwindigkeitsdetektor 29 eine Korrelation zwischen den gespeicherten Bildmustern zu berechnen. Hierdurch wird ein Vektor V der Bildbewegung ermittelt,

die während einer Vollbild- oder Teilbildperiode stattfindet. Die Information über diesen Bewegungsvektor V wird aus dem Geschwindigkeitsdetektor 29 dem Mikroprozessor 30 zugeführt.

Ein Motor 31 dient zum Verstellen einer Fokussier- bzw. Scharfeinstellungslinse in dem optischen System. Die Geschwindigkeit und die Richtung der Verstellung mit dem Motor werden durch ein Signal VM aus dem Mikroprozessor 30 gesteuert. Der Ablauf der durch den Mikroprozessor 30 zu steuernden Vorgänge wird nachstehend anhand der Fig. 7, 8 und 9 beschrieben.

Die Fig. 7 ist ein Ablaufdiagramm einer Subroutine für das Ermitteln einer Bewertung q bezüglich der Breite des Randteils eines Bilds und für die Aufnahme der Intensität B der Hochfrequenzkomponente sowie des Bildbewegungsvektors V . Die Fig. 8 ist ein Ablaufdiagramm der Betriebsvorgänge der mit dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ausgestatteten automatischen Scharfeinstelleinrichtung. Die Fig. 9 ist ein weiteres Ablaufdiagramm, das die Betriebsvorgänge der automatischen Scharfeinstelleinrichtung bei dem Ermitteln eines Scharfeinstellungszustands veranschaulicht.

Nach Fig. 7 läuft die Subroutine folgendermaßen ab: Bei einem Schritt S-2 wird zu Beginn eines jeweiligen Teilbilds dem Schaltglied 17 das Steuersignal G zugeführt, um ein in dem vorgewählten Erfassungsbereich erhaltenes Bildsignal herauszuziehen. Bei einem nächsten Schritt S-3 werden Werte $P_1 \dots P_N$, die am Ende des Teilbilds in dem Speicher 24 gespeichert sind, die von dem A/D-Wandler 21 abgegebene Intensität B der Hochfrequenzkomponente und der von dem Geschwindigkeitsdetektor 29 abgegebene Bildbewegungsvektor V aufgenommen. Bei Schritten S-4 und S-5 werden die Bewertungen q berechnet, welche das Scharfeausmaß bzw. die Steilheit des Flankenteils anzeigen.

Bei diesen Schritten S-3 bis S-5 arbeitet der Mikroprozessor 30 folgendermaßen: zuerst werden die Werte P_1, P_2, \dots, P_N nacheinander aus dem Speicher 24 ausgelesen. Aus dem A/D-Wandler 21 wird der Intensitätswert B der Hochfrequenzkomponente aufgenommen, während aus dem Geschwindigkeitsdetektor 29 der Bildbewegungsvektor V aufgenommen wird. Mit N ist dabei die Anzahl von Abtastzeilen in dem Erfassungsbereich bezeichnet. Bei dem Schritt S-4 wird ein Rechenvorgang nach einer Gleichung

$$q_i = \left(\sum_{k=i-M}^{i+M} P_k \right) / M$$

an jedem dieser Werte P_1, P_2, \dots, P_N für $i = M + 1$ bis $N - M$ ausgeführt, wobei M eine ganze Zahl ist, die kleiner ist als N ist, P_k der Maximalwert der auf k -ten Abtastzeile ermittelten Steilheit $P(i)$ der Flanken ist und q_i ein mittlerer Maximalwert der an aufeinanderfolgenden M Abtastzeilen ermittelten Steilheitswerte $P(i)$ ist. Dementsprechend wird als q der Steilheitsgrad des steilsten Flankenteils mit einer bestimmten Länge in der Vertikalrichtung der Bildebene gemäß der Darstellung in Fig. 1(a) berechnet (Schritt S-5). Dieser Wert bzw. diese Bewertung q wird als Maßstab für das Erfassen des Scharfeinstellungszustands des optischen Systems herangezogen. D. h., mit dieser Anordnung wird zur Scharfeinstellungsermittlung die bei dem Schritt S-4 ermittelte Breite des Flankenteils mit der größten Steilheit, nämlich die kleinste Flankenbreite erfaßt. Im Falle einer gewöhnlichen Videokamera wird die Anzahl N der Abtastzeilen in dem Erfassungsbereich vorzugsweise zwischen 50 und 100 gewählt, während die Anzahl M

36 36 951

13

der Mittelungs-Abtastzeilen zwischen 5 und 10 oder ähnlich gewählt wird.

Nach Fig. 8 arbeitet die automatische Scharfstelleinrichtung folgendermaßen: Die Funktion der automatischen Scharfstelleinrichtung beginnt bei einem Schritt S-7. Bei einem Schritt S-8 wird ein Normalwert für einen Erfassungsbereich eingestellt (der normalerweise der mittlere Teil der Bildebene ist). D. h., es wird ein Bereich eingestellt, in welchem bei dem Schritt S-2 nach Fig. 7 das Schaltglied 17 durch das Steuersignal G durchgeschaltet wird. Danach wird bei einem Schritt S-9 mit der in Fig. 7 gezeigten Subroutine eine Bewertung q berechnet. Bei einem Schritt S-10 wird die auf diese Weise erhaltene Bewertung q mit einem Störwert q_2 verglichen. Falls $q < q_2$ ermittelt wird, nämlich die Bewertung q kleiner als ein vorbestimmter Wert ist, was anzeigt, daß infolge der Unschärfe des Bilds selbst die kleinste Flankenbreite des Objektbilds zu groß ist, wird bei Schritten S-11 bis S-16 das optische System in der Richtung zu einer Steigerung der Intensität B der Hochfrequenzkomponente verstellt, bis die Bedingung $q > q_2$ erreicht ist. Entsprechend der Abweichung des optischen Systems von einem Scharfeinstellungszustand weg nimmt die Bewertung bzw. der Wert q schnell in einem derartig größeren Ausmaß ab, daß bei einer übermäßigen Unschärfe der Ermittlungsvorgang infolge des Störsignals bzw. des Rauschens unmöglich wird. Zur Lösung dieses Problems sind bei dem Ausführungsbeispiel die in Fig. 6 gezeigten Schaltungselemente 18 bis 21 vorgesehen. Wenn die Bewertung bzw. der Wert q niedriger als der vorgegebene Rauschpegel-Wert q_2 ist, wird der Intensitätswert B für die Hochfrequenzkomponente des Bildsignals aufgenommen und die Steuerung gemäß diesem Intensitätswert B nach dem "Bergsteigungsverfahren" bzw. Aufstiegsverfahren ausgeführt. Im einzelnen wird bei dem Schritt S-11 der Motor in einer gewünschten Richtung betrieben. Danach wird bei dem Schritt S-13 der neu ermittelte Wert B mit dem vorangehenden Wert B verglichen. Wenn das Vergleichsergebnis eine Abnahme des Werts B anzeigt, wird bei dem Schritt S-14 der Motor in Gegenrichtung betrieben. Bei den Schritten S-15 und S-16 wird der Motor fortgesetzt weiter betrieben, bis der ermittelte Wert q den Wert q_2 übersteigt. Wenn die Einstellung des optischen Systems bis zu einem gewissen Ausmaß an die Scharfeinstellung angenähert ist und daher die Bedingung $q > q_2$ erfüllt ist, nämlich die Breite des schmalsten Flankenteils kleiner als eine vorgegebene Breite wird, schreitet das Programm zu einem Schritt S-27 weiter.

Falls bei dem Schritt S-10 $q > q_2$ ermittelt wird, nämlich die Breite des schmalsten Flankenteils des Objektbilds kleiner als ein vorgegebener Wert ist, wird nicht die anhand der Schritte S-11 bis S-16 beschriebene Aufstiegssteuerung ausgeführt, sondern in Schritten S-17 bis S-26 derart gesteuert, daß die Bewertung bzw. der Wert q größer wird. Falls zuerst der ermittelte Bewegungsvektor V größer als ein vorbestimmter Wert ist, gibt der Mikroprozessor 30 bei dem Schritt S-17 an das Schaltglied 17 ein Steuersignal G in der Weise ab, daß der Erfassungsbereich so weit versetzt wird, daß der Bewegungsvektor V der Bewegung des Objekts bzw. Bilds folgt. Danach wird bei dem Schritt S-18 die in Fig. 7 gezeigte Subroutine ausgeführt. Dabei werden der Bewertungswert q und der Bewertungsvektor V erfaßt. Als nächstes wird bei dem Schritt S-19 der Bewertungswert q entsprechend dem Bewertungsvektor V korrigiert. Nimmt man beispielsweise an, daß sich das Objektbild mit einer Geschwindigkeit VH in der Hori-

14

zontalrichtung bewegt, wird dadurch die ermittelte Flankenbreite um $VH\Delta t$ größer, wobei Δt die Sammel- bzw. Aufspeicherungszeit des Bildsensors 1 ist. Daher wird der berechnete Wert q entsprechend dieser Erhöhung korrigiert und zu einem neuen Wert q geändert.

Bei dem Schritt S-20 schreitet das Programm zu einem Schritt S-33 weiter, wobei angenommen ist, daß das Aufnahmeobjektiv bzw. das optische System scharf eingestellt ist, wenn die Bedingung $q > q_1$ erfüllt ist. Falls $q < q_1$ ermittelt wird, wird bei dem Schritt S-21 der Motor für das Verstellen des Aufnahmeobjektivs in einer beliebigen Richtung angetrieben. Danach wird der Motor bei den Schritten S-22 bis S-26 in der Richtung angetrieben, bei der der ermittelte Wert q größer wird. Die Schritte S-22 bis S-24 sind den Schritten S-17 bis S-19 gleichartig.

In Schritten S-27 bis S-32 wird der Scharfeinstellungszustand ermittelt und die Verstellung des optischen Systems beendet. Im einzelnen wird bei den Schritten S-27 bis S-29 der Wert q ermittelt. Falls der Zusammenhang $q > q_1$ ermittelt wird oder ein Maximalwert erfaßt wird, bevor der Wert q den Wert q_1 erreicht, schreitet das Programm zu dem Schritt S-33 weiter, wobei angenommen ist, daß ein Scharfeinstellungszustand erreicht ist, und ein dem Erreichen des Scharfeinstellungszustands folgender Prozeß ausgeführt wird. Ferner dreht in diesem Fall der Motor in der bei den Schritten S-21 bis S-26 bestimmten Richtung. Falls der Scharfeinstellungszustand nicht erfaßt wird, wird bei dem Schritt S-32 entsprechend einer zwischen den Werten q und q_1 ermittelten Differenz der Motor mit einer langsameren Geschwindigkeit betrieben, sobald der Wert q dem Wert q_1 näherkommt. Danach wird erneut eine Überprüfung zum Ermitteln des Werts q vorgenommen. Die Schritte S-27 bis S-32 werden wiederholt, bis ermittelt wird, daß das Objektiv scharf eingestellt ist.

Falls bei dem Schritt S-31 ein Scharfeinstellungszustand ermittelt wird und das Programm zu dem Schritt S-33 fortschreitet, bedeutet dies, daß als Aufnahmeobjekt ein Objekt gewählt ist, das nahezu keinen Rand- bzw. Flankenteil hat. Mit der beschriebenen Gestaltung dieses Ausführungsbeispiels kann daher auch die scharfe Einstellung auf ein derartiges Objekt ermittelt werden, das nahezu keinen Rand hat.

Wenn in den vorstehend beschriebenen Schritten das optische System auf diese Weise scharf eingestellt worden ist, beginnt der Mikroprozessor 30 eine Überwachung, um zu ermitteln, ob sich das Objekt in der Richtung der optischen Achse des Objektivs bewegt oder ob ein Schwenkvorgang aufgetreten ist, der eine erneute Scharfeinstellung auf das Objekt erforderlich macht. Die Fig. 9 veranschaulicht den Ablauf eines solchen Überwachungsvorgangs. Wenn ein Scharfeinstellungszustand erreicht ist, wird bei einem Schritt S-34 der Motorantrieb sofort abgebrochen. Darauf folgend wird bei einem Schritt S-35 von dem Mikroprozessor 30 ein anderer Schwellenwert q_3 wie beispielsweise $q_3 = 0,9 q'$ eingestellt, der etwas kleiner als ein Wert q' ist, welcher der bei dem Erreichen des Scharfeinstellungszustands ermittelte Wert q ist. Falls sich danach das Objektbild bewegt, wird bei einem Schritt S-36 der Erfassungsbereich geändert. Bei einem Schritt S-37 wird auf die in Fig. 7 dargestellte Weise der Bewertungswert ermittelt. Bei einem Schritt S-38 wird der Wert q entsprechend der Bildbewegung korrigiert. Bei einem Schritt S-39 wird dann, wenn die Bedingung $q < q_3$ gilt, wieder die automatische Scharfeinstellung ausgeführt. Falls jedoch bei einem Schritt S-40 der Zusammenhang

$q > q_2$ ermittelt wird, zeigt dies an, daß keine übermäßige Unschärfe vorliegt. Daher wird bei einem Schritt S-41 das Objektiv scharf eingestellt. D. h., das Programm schreitet zu einem in Fig. 8 gezeigten Schritt S-41 weiter. Falls jedoch $q < q_2$ gilt, was eine übermäßige Unschärfe anzeigt, kehrt das Programm zu dem Schritt S-7 zurück, um wieder den Scharfeinstellungsvorgang einzuleiten. Falls die Motordrehung abgebrochen wird, während der Wert q seinen Maximalwert erreicht, bevor der Schwellenwert q_1 erreicht ist, und unter diesen Bedingungen ein normales Bild eines Objekts mit einem gewissen Randteil als nächstes in den Erfassungsbereich gelangt, würde das Bild als scharf bewertet werden, selbst wenn es in gewissem Ausmaß unscharf ist. Zur Lösung dieses Problems wird daher der Motor zwangsweise beispielsweise in Intervallen von 1 s in Vorwärts- und Gegenrichtung angetrieben und es wird dabei ermittelt, ob der Wert q tatsächlich der Maximalwert ist. Ferner könnte bei dem Scharfeinstellungszustand ein sich schnell bewegendes Objekt den Erfassungsbereich durchqueren oder plötzlich ein Schwenk vorgenommen werden. In diesem Fall würde der Wert q zeitweilig unter den Schwellenwert q_3 abfallen und der Motor auf unnötige Weise zu einer Nachstellung der Schärfestellung angetrieben werden. Zum Vermeiden dieser Schwierigkeiten kann die Anordnung des Ausführungsbeispiels derart abgewandelt werden, daß eine gewisse Wartezeit von beispielsweise 0,5 s oder dergleichen eingeführt wird, wenn sich der Wert q in einem Ausmaß ändert, daß einen gegebenen Wert übersteigt, und daß der Motor nur dann angetrieben wird, wenn am Ende der Wartezeit der Wert q wieder erreicht wird.

Das dermaßen gestaltete Ausführungsbeispiel ermöglicht es, zwischen einem Scharfeinstellungszustand und einer unscharfen Einstellung des optischen Systems ohne eine Beeinflussung durch Unterschiede hinsichtlich der Art oder des Kontrastes des Objekts zu unterscheiden, da auf einfache Weise die Breite eines Randteils eines Objektbilds wie der Kontur desselben erfaßt wird, welche im allgemeinen bei den meisten unterschiedlichen Objekten in Erscheinung tritt. Das beschriebene Ausführungsbeispiel ist daher außerordentlich gut für den Einsatz in der automatischen Scharfstelleinrichtung beispielsweise eines Geräts wie einer Videokamera geeignet.

Wenn sich beispielsweise das Objekt vor- oder zurückbewegt, nachdem das optische System in einer Lage für einen maximalen Schärfegrad angehalten ist, wird die Schärfe geringer, so daß sich ein unscharfes Bild ergibt. In diesem Fall ist es mit dem bei dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel angewandten Verfahren nicht möglich, eine passende Scharfeinstellungsrichtung bzw. die Richtung zu beurteilen oder zu ermitteln, in der das Objekt sich bewegt hat. Daher muß das optische System zunächst einmal in einer beliebigen Richtung bewegt werden, um die passende Scharfeinstellungsrichtung zu suchen. Dies ergibt mit 50% Wahrscheinlichkeit eine Objektivverstellung in der falschen Richtung. Daher wird nicht nur das Ansprechvermögen bei der Scharfeinstellung unter Folgen eines sich bewegendes Objekts vermindert, sondern auch ein unbrauchbares Bild in dem Fall erzielt, daß mit dem Gerät kontinuierlich Bilder eines Objekts aufgenommen werden, wie mit einer Videokamera oder einer Fernsehkamera.

Zur Lösung dieses Problems wird eine automatische Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung gemäß ei-

nem weiteren Beispiel derart gestaltet, daß bei einer Vor- oder Zurückbewegung des Objekts nach dem Erfassen eines Scharfeinstellungszustands die geeignete Scharfeinstellrichtung ohne Verstellen des optischen Systems ermittelbar ist, so daß sofort eine Scharfeinstellung vorgenommen werden kann.

Das Funktionsprinzip bei diesem Ausführungsbeispiel wird nachstehend anhand der Fig. 10(a), 10(b), 10(c), 11(a), 11(b) und 11(c) beschrieben.

In den Fig. 10(a) und 11(a) ist eine durch das optische Aufnahmesystem bestimmte Schärfentiefe dargestellt. Die Schärfentiefe stellt einen Bereich dar, innerhalb dessen ein Objektbild als scharf auf der Bildaufnahmeebene abgebildet angesehen werden kann. In jeder dieser Figuren ist auf der Ordinate die Schärfe des Objektbilds aufgetragen. Gemäß der Darstellung nimmt der Schärfegrad entsprechend der besseren Scharfeinstellung des Bilds zu und erreicht einen Maximalwert, wenn das Bild am schärfsten abgebildet ist.

Bei der Scharfeinstellung wird gemäß Fig. 10(a) das Aufnahmeobjektiv zuerst in der Richtung zu einer schärferen Einstellung, nämlich in der Richtung zur Steigerung des Bildschärfegrads verstellt. Das Objektiv wird dann innerhalb der Schärfentiefe an einer Stelle angehalten, die über die Stelle hinausgeht, an der der maximale Schärfegrad erzielbar ist. Bei dem Objektiv, das an der von der Stelle für die maximal erzielbare Schärfe verschiedenen Stellen angehalten wird, wird der Schärfegrad gespeichert, der bei dem Anhalten des Objektivs erzielt wird. Falls sich darauffolgend gemäß der Darstellung durch eine gestrichelte Linie in Fig. 10(b) das Objekt in der Richtung zu einer Steigerung des ermittelten Schärfegrads bewegt, kann die geeignete Scharfeinstellungsrichtung als eine Richtung bestimmt werden, die zu der Richtung zu der Stelle entgegengesetzt ist, an der der maximale Schärfegrad erzielt wird. Wenn sich ferner gemäß der Darstellung durch eine gestrichelte Linie in Fig. 10(c) das Objekt in der Richtung zu einer Verminderung des erfaßten Schärfegrads bewegt, kann die geeignete Scharfeinstellungsrichtung als Richtung zu der Stelle hin bestimmt werden, an der der maximale Schärfegrad erzielt wird.

Ferner kann auf gleichartige Weise dann, wenn das Objektiv in einer Stellung angehalten wird, bei der die Stellung für die maximal erzielbare Schärfe nicht überschritten ist, die geeignete Scharfeinstellungsrichtung auf gleichartige Weise in den Fällen ermittelt werden, bei denen sich das Objekt gemäß der Darstellung durch eine gestrichelte Linie in Fig. 11(b) oder 11(c) bewegt.

Die Verfahren zum Anhalten des Aufnahmeobjektivs in einer Einstellung, die von der in Fig. 10(a) oder 11(a) gezeigten Einstellung für die maximale erzielbare Schärfe verschieden ist, umfassen folgende unterschiedliche Verfahren:

Bei einem ersten Verfahren wird durch das Verstellen des Objektivs in der Richtung zur Steigerung des Bildschärfegrads gemäß Fig. 10(a) die Stellung für die maximal erzielbare Schärfe ermittelt und dann das Objektiv von dieser ermittelten Stellung weg vor dem Anhalten weiter in einem Ausmaß verstellt, das einer aus der Brennweite und der F-Zahl des Aufnahmeobjektivs berechneten Schärfentiefe entspricht.

Bei einem zweiten Verfahren wird das Aufnahmeobjektiv gemäß Fig. 11(a) in der Richtung zur Steigerung der Bildschärfe verstellt, wonach dann aus der während des Verstellens ermittelten Tendenz der Schärfefänderung eine Stellung für die maximal erzielbare Schärfe vorausgesagt wird und entsprechend dieser Voraussage

36 36 951

17

das Objektiv innerhalb der Schärfentiefe angehalten wird, bevor die vorausgesagte Stellung erreicht ist. Diese Voraussage kann beispielsweise nach einem der JP-Patentanmeldung 61-46 869 beschriebenen Verfahren oder dergleichen vorgenommen werden.

Ein drittes Verfahren besteht darin, daß die Schärfe eines Objektbilds unabhängig von der Helligkeit, dem Kontrast, dem Muster und dergleichen des Objekts bewertet wird. Das vorangehend beschriebene Ausführungsbeispiel stellt ein bestimmtes Beispiel für eine derartige Schärfebewertung dar. Es wird die Breite des Flankenteils des Objektbildes ermittelt, wobei das Ausmaß der Unschärfe des Bilds unabhängig von dem Kontrast und dergleichen des Objekts bewertet werden kann. Bei einer vereinfachten Ausführung dieses Verfahrens wird die Hochfrequenzkomponente des Bildsignals mittels einer Niederfrequenzkomponente normiert. Eine weitere vereinfachte Abart des Verfahrens ist in der JP-OS 61-7 443 beschrieben.

Im Falle dieses Schärfebewertungsverfahrens gibt die ermittelte Schärfe direkt das Ausmaß der Unschärfe des Objektbilds wieder. Wenn daher das Aufnahmeobjektiv in der Richtung zur Steigerung der Schärfe verstellt wird und das Verstellen an einer Stelle beendet wird, an der der Schärfegrad einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt, kann damit das Objektiv in eine Stellung vor der Stellung für die maximal erzielbare Schärfe innerhalb des Bereichs der Schärfentiefe angehalten werden, wie es in Fig. 11(a) gezeigt ist.

Ein nach dem vorstehend beschriebenen Funktionsprinzip arbeitendes Ausführungsbeispiel ist folgendermaßen gestaltet:

Während diese erfindungsgemäße Gestaltung für alle vorstehend genannten Schärfebewertungsverfahren anwendbar ist, wird bei diesem Ausführungsbeispiel gleichfalls das bei den Einrichtungen gemäß den Fig. 4, 5 und 6 angewandte Schärfebewertungsverfahren angewandt. Die Fig. 12 ist eine grafische Darstellung der Funktion bei diesem Ausführungsbeispiel. Auf der Abszisse ist die Stellung des Objektivs aufgetragen, während auf der Ordinate der vorangehend genannte Bewertungswert q als Schärfegrad aufgetragen ist. Gemäß den vorangehenden Ausführungen ist der Schärfegrad q so weit wie möglich von der Helligkeit und dem Kontrast des Objekts unabhängig. Mit $qL2$ ist ein Schwellenwert zwischen einer scharfen und einer unscharfen Einstellung bezeichnet, während mit $qL1$ ein Wert über dem Schwellenwert $qL2$ bezeichnet ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird nach dem Erreichen einer Scharfeinstellung das Aufnahmeobjektiv in einer Stellung angehalten, bei der es innerhalb des Schärfentiefebereichs steht und bei der der Schärfegrad q zwischen $qL1$ und $qL2$ und nicht auf dem maximalen Wert liegt. Mit $q3$ ist der Rauschpegel bzw. Störpegel für den Schärfegrad q bezeichnet.

Die Fig. 13 ist ein Ablaufdiagramm, das den Ablauf der Betriebsvorgänge der gemäß diesem Ausführungsbeispiel gestalteten automatischen Scharfeinstelleinrichtung zeigt. Die Gestaltung der Einrichtung ist mit der in Fig. 4, 5 und 6 dargestellten Gestaltung identisch. Die Betriebsvorgänge bei diesem Ausführungsbeispiel laufen folgendermaßen ab: nach Fig. 13 wird die automatische Scharfeinstelleinrichtung bei einem Schritt s-7 in Betrieb gesetzt. Zuerst wird bei einem Schritt s-8 ein Normal-Erfassungsbereich eingestellt (welcher normalerweise der mittlere Teil der Bildaufnahmeebene ist). Im einzelnen wird gemäß Schritt S-2 nach Fig. 7 ein Bereich eingestellt, innerhalb dessen durch das Steuer-

18

signal G das Schaltglied 17 durchgeschaltet wird. Bei einem Schritt s-9 wird in der in Fig. 7 gezeigten Subroutine der Schärfegrad-Wert q berechnet. Bei einem Schritt s-10 wird der berechnete Wert mit dem Störpegel $q3$ verglichen. Falls das Ergebnis des Vergleichs $q < q3$ ergibt, nämlich der Bewertungswert q kleiner als der vorgegebene Wert $q3$ ist, was anzeigt, daß selbst die kleinste Flankenbreite des Objektbilds infolge der Unschärfe des Bilds noch übermäßig breit ist, wird das optische System in Schritten s-11 bis s-16 in der Richtung zur Steigerung der Intensität B der Hochfrequenzkomponente verstellt, bis die Bedingung $q > q3$ erfüllt ist, und zwar deshalb, weil wegen der plötzlichen Abnahme des Schärfegradwerts q bei der Abweichung des optischen Systems aus der Scharfeinstellungslage desselben das Vorliegen eines Rausch- bzw. Störsignals die Scharfeinstellungsermittlung unmöglich macht, falls das Bild übermäßig unscharf ist. Infolgedessen wird wie auf die vorstehend beschriebene Weise bei den Schritten s-15 und s-16 der Motor weiter betrieben, bis der ermittelte Wert q für die Bewertung den vorgegebenen Wert $q3$ übersteigt. Wenn die Bedingung $q > q3$ erfüllt ist, wobei das optische System in eine Stellung gelangt ist, die in einem gewissen Ausmaß näher an der Scharfeinstellungslage liegt, nämlich wenn die Breite des Flankenteils des Bilds kleiner als eine vorgegebene Breite wird, schreitet das Programm zu einem Schritt s-27 weiter.

Falls das Ergebnis des Vergleichs bei dem Schritt s-10 $q > q3$ ist, also die kleinste Flankenbreite des Objektbilds kleiner als der vorgegebene Wert ist, wird nicht die mit den Schritten s-11 bis s-16 dargestellte Aufstiegssteuerung vorgenommen, sondern in Schritten s-17 bis s-26 eine Steuerung in der Weise ausgeführt, daß der Schärfegrad q vergrößert wird. Falls ein Bewegungsvektor V über einem vorgegebenen Wert ermittelt wird, gibt zuerst der Mikroprozessor 30 an das Schaltglied 17 ein Steuersignal G bei dem Schritt s-17 gleichermaßen wie gemäß den Ausführungen anhand der Fig. 8 auf die Weise ab, daß der Erfassungsbereich so weit versetzt wird, wie der Bewegungsvektor V der Bewegung des Objekts folgt. Danach wird bei dem Schritt s-18 die in Fig. 7 gezeigte Subroutine ausgeführt, um den Schärfegrad q und den Bewegungsvektor V zu ermitteln. Bei dem nächsten Schritt s-19 wird der Schärfegrad q entsprechend dem Bewegungsvektor V korrigiert. D. h., wenn sich das Bild mit einer Geschwindigkeit VH in der Horizontalrichtung bewegt, wird die ermittelte Flankenbreite um $VH\Delta t$ vergrößert, wobei Δt die Sammelzeit des Bildsensors 1 ist. Daher wird der berechnete Wert q in einem dieser Vergrößerung entsprechenden Ausmaß korrigiert und dadurch zu einem neuen Wert q geändert. Bei einem Schritt s-20 wird der Wert q in einen Wert $q1$ geändert.

Als nächstes wird der zum Verstellen der Scharfeinstellungslage des Aufnahmeobjektivs gestaltete Motor bei einem Schritt s-21 in einer beliebigen Richtung angetrieben. Bei Schritten s-22 bis s-26 wird der Motor in der Richtung zur Steigerung des ermittelten Werts q für den Schärfegrad angetrieben. Die Schritte s-22 bis s-24 sind den Schritten s-17 bis s-19 gleichartig.

Bei einem Schritt s-27 wird die zu diesem Zeitpunkt bestehende Motorantriebsrichtung als "A" gespeichert. A hat den Wert "1", wenn das optische System aus der Stellung für die Entfernung "unendlich" zu der Stellung für die kleinste Entfernung hin verstellt wird, und den Wert "-1", wenn das optische System in der Gegenrichtung verstellt wird.

36 36 951

19

In Schritten *s-28* bis *s-36* wird ein Scharfeinstellungszustand erfaßt und die Verstellung des optischen Systems beendet. Bei den Schritten *s-28* bis *s-30* dieser Schritte wird der Wert *q* für den Schärfegrad ermittelt. Bei dem Schritt *s-31* wird ermittelt, ob der Wert *q* größer als der in Fig. 12 dargestellte Schwellenwert *qL1* ist. Wenn der Wert als größer ermittelt wird, schreitet das Programm zu dem Schritt *s-32* weiter. Wenn dies nicht der Fall ist, zweigt das Programm zu dem Schritt *s-35* ab. Bei dem Schritt *s-35* wird ermittelt, ob der erfaßte Wert *q* größer als der in Fig. 12 gezeigte Schwellenwert *qL2* ist. Wenn dies der Fall ist, schreitet das Programm zu einem Schritt *s-37* weiter. Wenn dies nicht der Fall ist, zweigt das Programm zu dem Schritt *s-36* ab. Daher wird bei dem Schritt *s-37* die Scharfeinstellung als erreicht angesehen, wenn der Schärfegrad *q* kleiner als der Schwellenwert *qL1* und größer als der Schwellenwert *qL2* ist. Falls der Schärfegrad *q* größer als der Schwellenwert *qL1* ist, wird eine Motorantriebsrichtung *C* auf die zu der im vorstehend beschriebenen Programmablauf eingestellten Antriebsrichtung *A* entgegengesetzt Richtung eingestellt. Falls der Schärfegrad *q* kleiner als der Schwellenwert *qL2* ist, wird die Motorantriebsrichtung *C* bei dem Schritt *s-36* auf die gleiche Richtung wie diese Antriebsrichtung *A* eingestellt. Bei dem Schritt *s-33* wird der Motor in der Richtung *C* angetrieben. Sobald der Wert *q* dem Wert *qL1* oder *qL2* näherkommt, wird die Motorgeschwindigkeit herabgesetzt. Danach wird wieder der Schärfegrad *q* ermittelt. Die Schritte *s-28* bis *s-36* werden wiederholt, bis ermittelt wird, daß das optische System eine Scharfeinstellung erreicht hat.

Nachdem das optische System bei den vorstehend genannten Schritten in den Scharfeinstellungszustand gebracht worden ist, erfolgt die nachfolgende automatische Scharfeinstellung gemäß der nachstehenden Beschreibung anhand des Ablaufdiagramms in Fig. 14.

Wenn der Scharfeinstellungszustand erreicht worden ist, wird der Motorantrieb bei einem Schritt *s-38* sofort abgebrochen. Falls sich bei einem Schritt *s-39* das Bild bewegt hat, wird bei diesem Schritt der Erfassungsbereich dementsprechend geändert. Bei einem Schritt *s-40* wird auf die in Fig. 7 dargestellte Weise der Schärfegrad *q* ermittelt. Bei einem Schritt *s-41* wird der Wert *q* entsprechend der Bewegung des Bilds korrigiert. Falls sich das Bild nicht bewegt hat, wird der Erfassungsbereich nicht geändert. Falls der Schärfegrad *q* kleiner als der Wert *qL1* und größer als der Wert *qL2* ist, werden Schritte *s-38* bis *s-45* wiederholt, während der Motor stillsteht.

Wenn unter diesen Bedingungen der Schärfegrad *q* größer als der Wert *qL1* wird, weil die Entfernung zwischen dem Bildobjekt und dem Ort des optischen Bildaufnahmesystems geändert hat, zweigt das Programm von dem Schritt *s-43* zu dem Schritt *s-44* ab. Dabei wird bei dem Schritt *s-43* die Motorantriebsrichtung *C* auf die zu der vorangehend genannten Motorantriebsrichtung *A* entgegengesetzte Richtung eingestellt. Bei dem Schritt *s-44* wird der Motor zu einer Verstellung des optischen Systems in einer Defokussierrichtung angetrieben, die zu der Scharfeinstellungs- bzw. Fokussierrichtung entgegengesetzt ist. Falls ferner der Schärfegrad *q* kleiner als der Wert *qL2* wird, zweigt das Programm von dem Schritt *s-45* zu einem Schritt *s-46* ab. Falls bei dem Schritt *s-46* ermittelt wird, daß der Schärfegrad *q* größer als der vorangehend genannte Wert *q3* ist, zweigt das Programm zu einem Schritt *s-47* ab. Dabei wird die Motorantriebsrichtung *C* auf die gleiche

20

Richtung wie die vorangehend genannte Motorantriebsrichtung *A* geändert. Bei dem Schritt *s-44* wird dann der Motor so angetrieben, daß das optische Bildaufnahmesystem in der Fokussier- bzw. Scharfeinstellungsrichtung verstellt wird. Falls bei dem Schritt *s-46* ermittelt wird, daß der Schärfegrad *q* kleiner als der Wert *q3* ist, zeigt dies entweder eine übermäßige Unschärfe des Bilds oder eine Versetzung des Objekts an. In diesem Fall kehrt das Programm zu dem Anfangsschritt *s-7* zurück, um den Scharfeinstellungsvorgang erneut auszuführen.

Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es daher möglich, immer auf zuverlässige Weise eine Scharfeinstellung auf das aufzunehmende Objekt selbst dann auszuführen, wenn das Objekt ein Objekt gemäß der Darstellung in Fig. 3(a) ist. Bei der Gestaltung gemäß diesem Ausführungsbeispiel kann die Fokussier- bzw. Scharfeinstellungsrichtung ohne Verstellung des optischen Systems ermittelt werden, wenn das optische System angehalten worden ist, nachdem das Objektbild auf der Bildaufnahmeebene scharf abgebildet wurde. Daher kann mit dem Ausführungsbeispiel ein System wie eine Video- oder Fernsehkamera derart gestaltet werden, daß fortlaufend Bilder eines Objekts unter Nachführen der Vor- und Rückwärtsbewegung des Objekts aufgenommen werden. Infolgedessen ist die Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung gemäß diesem Ausführungsbeispiel außerordentlich gut zur Anwendung in automatischen Scharfstelleinrichtungen von Videokameras oder dergleichen geeignet.

Gemäß der vorstehenden Beschreibung wird bei diesem Ausführungsbeispiel die Verstelleinrichtung für das optische System dadurch ermittelt, daß das optische System aus einer Stellung für die maximal erzielbare Schärfe in einer vorbestimmten Richtung innerhalb eines Schärfentiefebereichs verstellt wird und dann die Informationen über die Richtung und den erzielten Schärfegrad herangezogen werden. Verglichen mit den herkömmlichen Verfahren, das optische Bildaufnahmesystem in einer beliebigen Richtung zu verstellen, um es in die Stellung für die maximal erzielbare Schärfe zu bringen, ermöglicht es das Verfahren bei diesem Ausführungsbeispiel, die Richtung zum Verstellen des optischen Systems sofort zu ermitteln.

Es wird für eine automatische Scharfstelleinrichtung eine Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung angegeben, die eine Detektoreinrichtung zum Ermitteln der Breite eines Randteils der Abbildung eines aufzunehmenden Objekts sowie eine Unterscheidungseinrichtung für das Erkennen eines Scharfeinstellungszustands aus der Größe der erfaßten Breite angegeben, wobei mit der Unterscheidungseinrichtung eine unscharfe Einstellung erkannt wird, wenn die Breite des Randteils des Objektbilds groß ist, und eine scharfe Einstellung erkannt wird, wenn die Breite des Randteils klein ist, wodurch die Scharfeinstellungs-Ermittlungseinrichtung ohne eine Beeinflussung durch Unterschiede hinsichtlich der Art und des Kontrastes des aufzunehmenden Objekts betreibbar ist.

Number: 36 38 951
Int. Cl.⁴: G 02 B 7/11
Anmeldetag: 30. Oktober 1986
Offenlegungstag: 25. Juni 1987
J O O O O O O I

FIG. 1 (a)

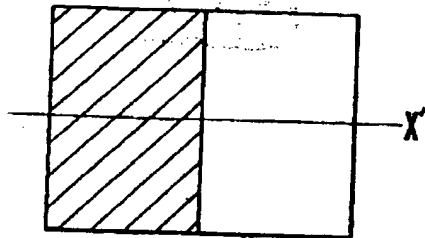


FIG. 2 (a)

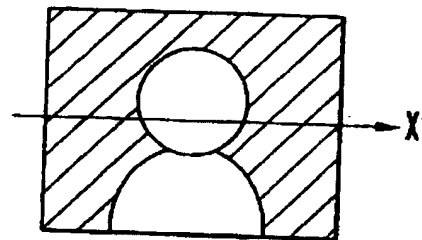


FIG. 1 (b)

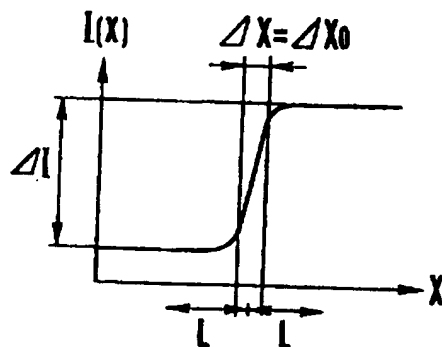


FIG. 2 (b)

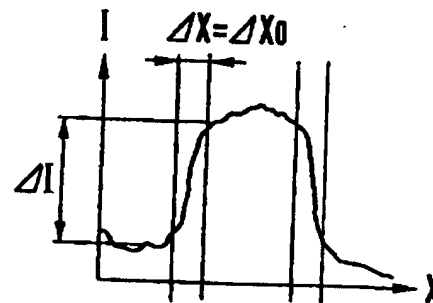


FIG. 1 (c)

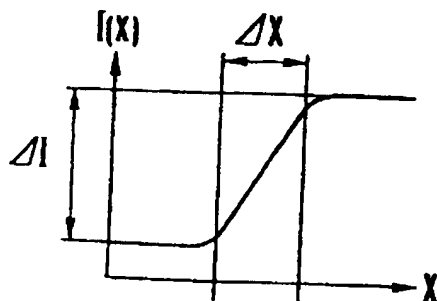
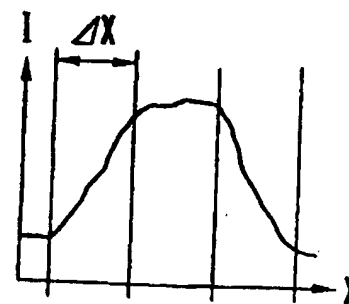


FIG. 2 (c)



3636951

FIG.3(a)

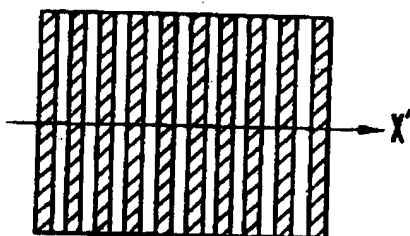


FIG.3(b)

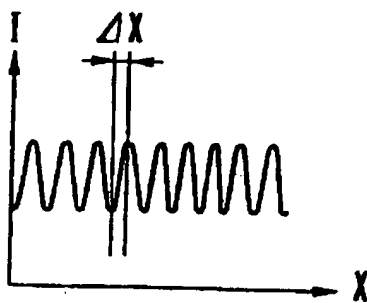
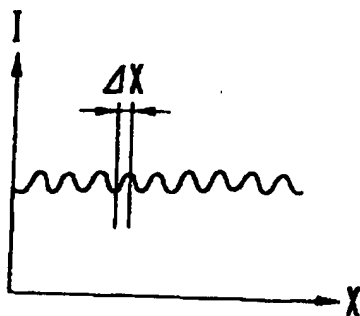
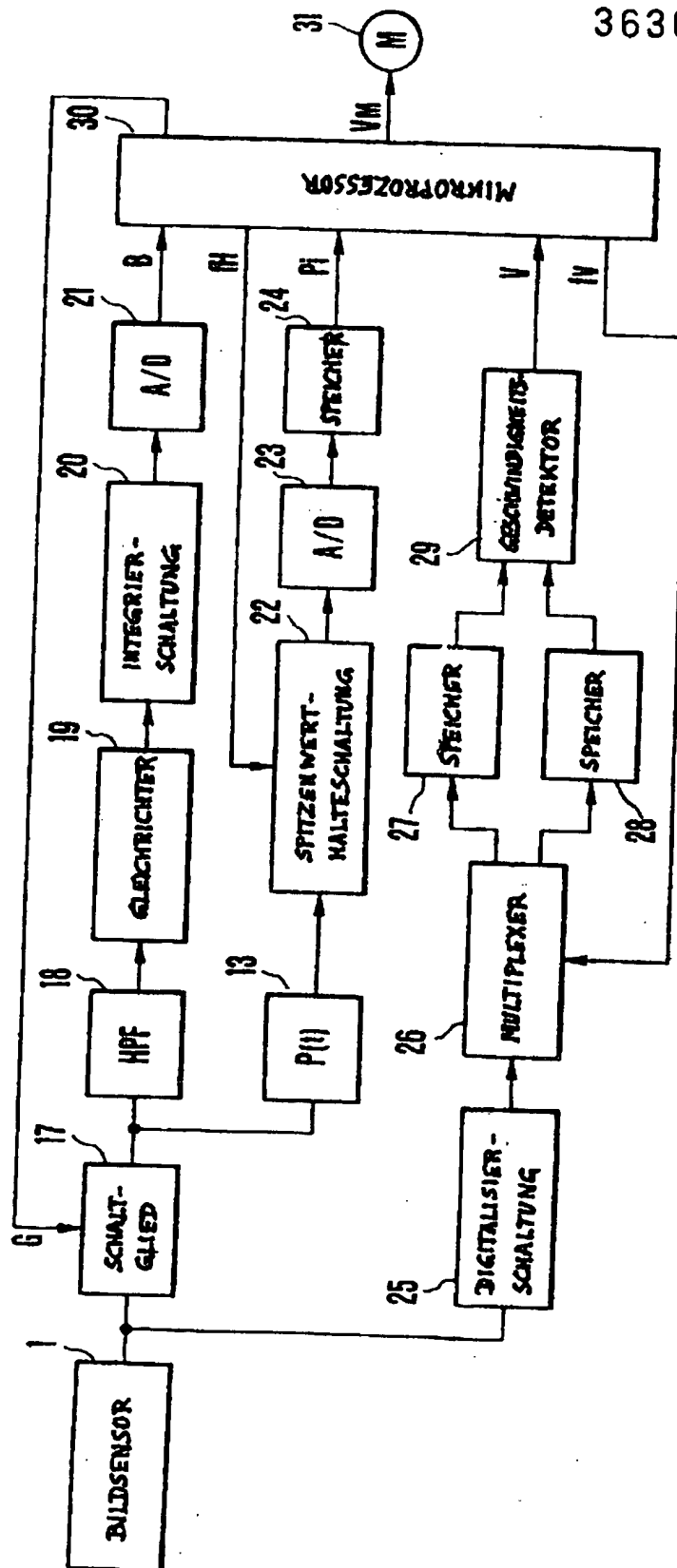


FIG.3(c)



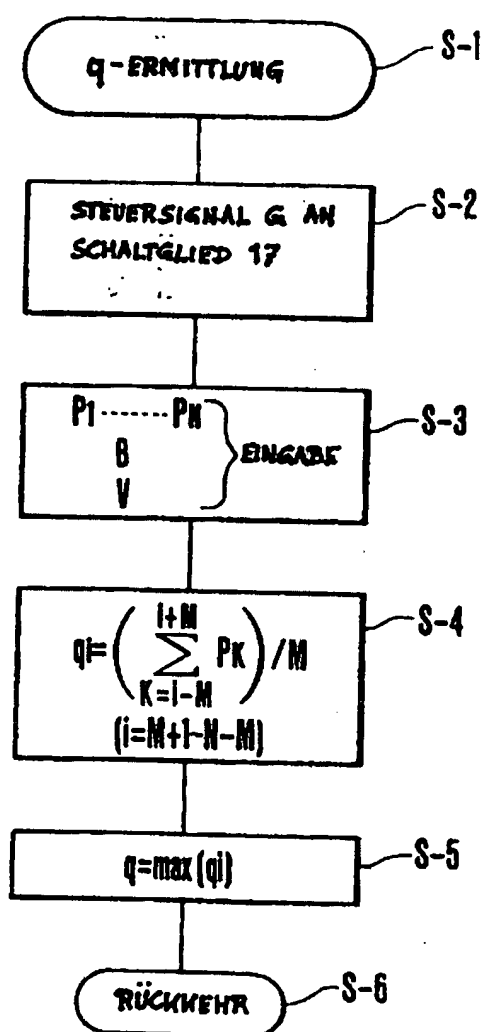
3636951

FIG.6



3636951

FIG.7



Optipat®

FACSIMILE TRANSMISSION SHEET

To: Tracy Turoski

From: Micropat/Optipat

Company: Renz & Associates

Date: Wednesday, July 21, 2004

Fax Number: 610-5669790

Total Number of Pages (including cover): 65

Phone Number: 610-565-6090

Faxpat / Optipat Order Number: 586845

Re:

Recipient's Reference Number: 21212

Notes / Comments:

4677286 5, pgs.
4639587 17, pgs.
EP0144732 12, pgs.
DE3810882 8, pgs.
DE3636951 22, pgs.

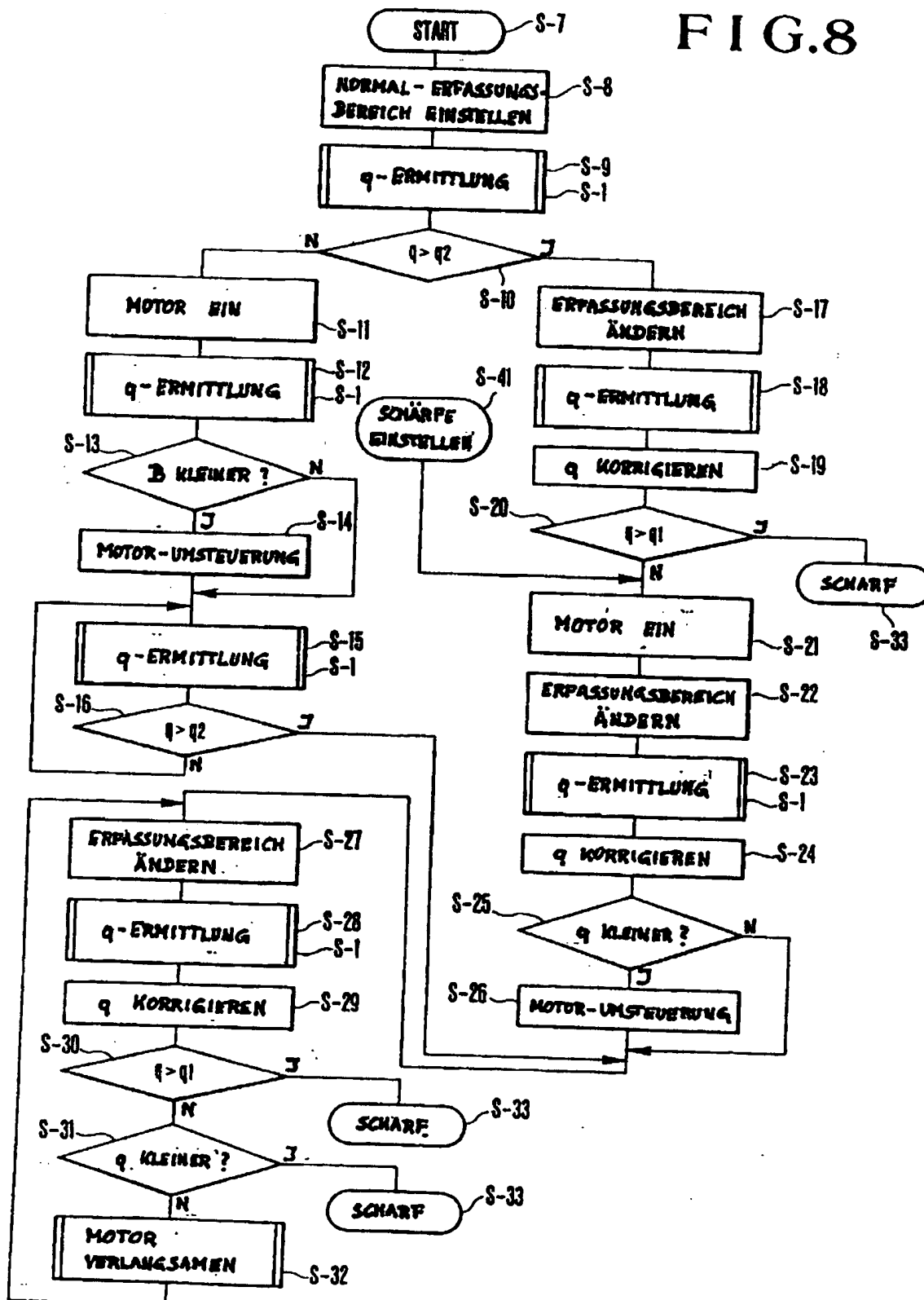
The information contained in this facsimile message is confidential and intended for the use of the individual or entity to whom the fax is addressed. If the reader of this message is not the intended recipient or the employee or agent responsible for delivering it to the intended recipient, you are hereby notified that any dissemination, distribution, or reproduction of this communication is strictly prohibited. If you have received this communication in error, please immediately notify Faxpat / Optipat at the telephone number listed above and immediately destroy this message. Thank you.

5350 Shawnee Road • Suite 110 • Alexandria, VA 22312
Phone: 800.445.9760 or 703.916.1500 • fax: 800.445.9761 or 703.916.1727
www.faxpat.com www.optipat.com

Faxpat

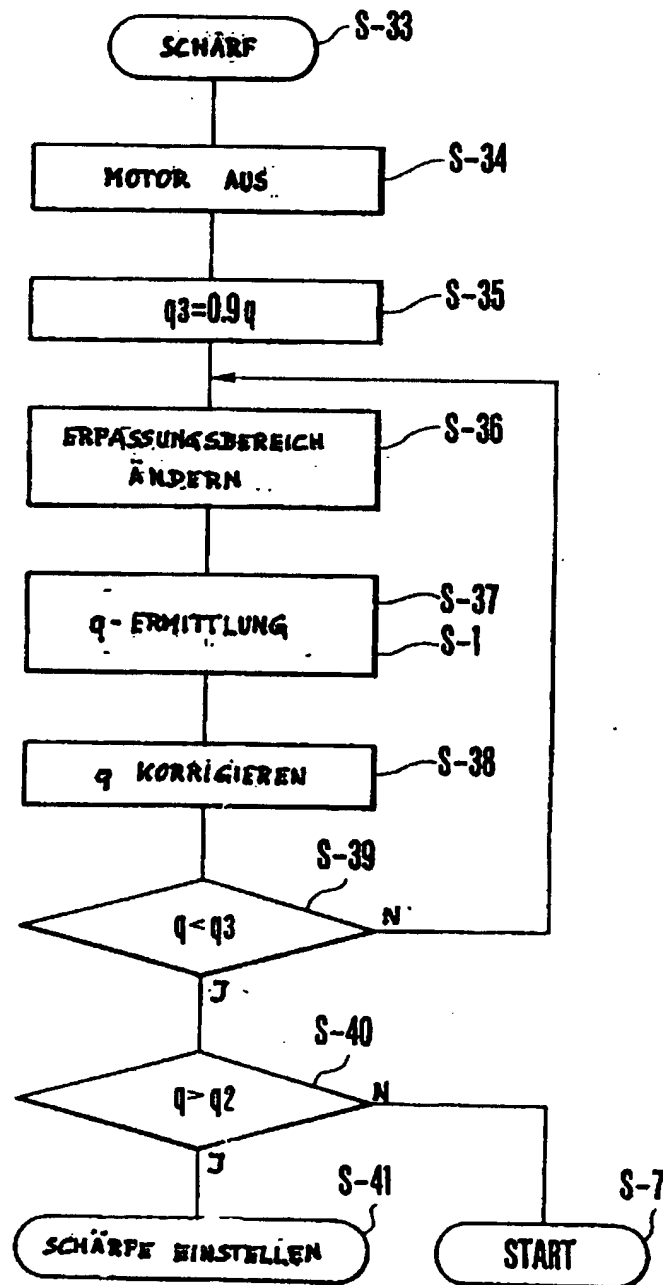
3636951

FIG.8



3636951

FIG.9



3636951

FIG.10(a)

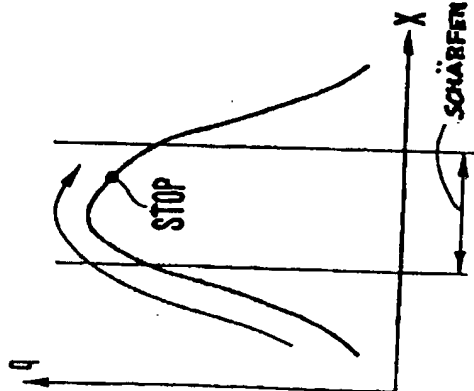


FIG.10(b)

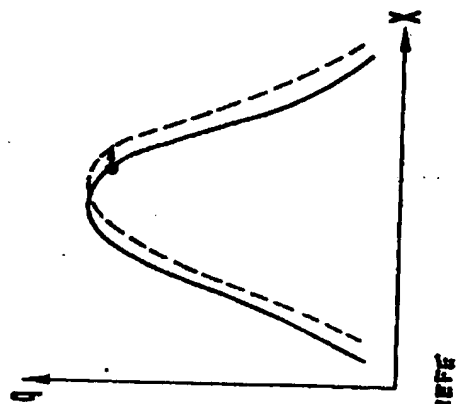


FIG.10(c)

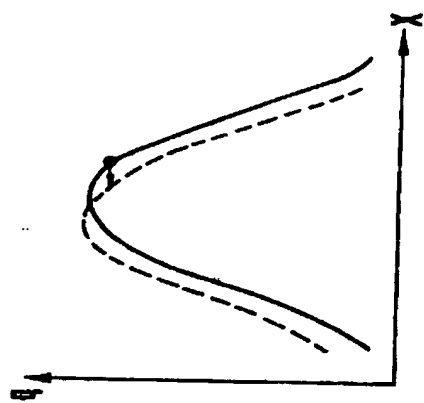


FIG.11(a)

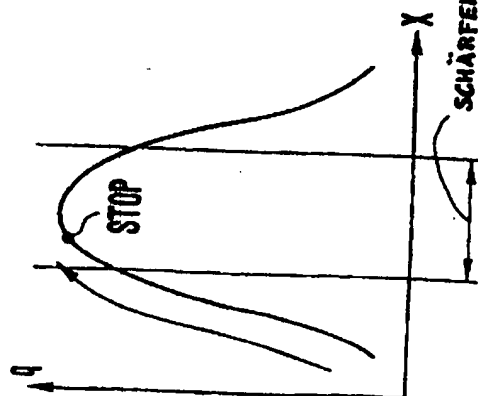


FIG.11(b)

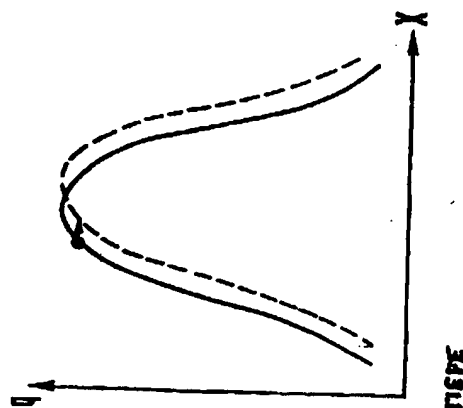


FIG.11(c)

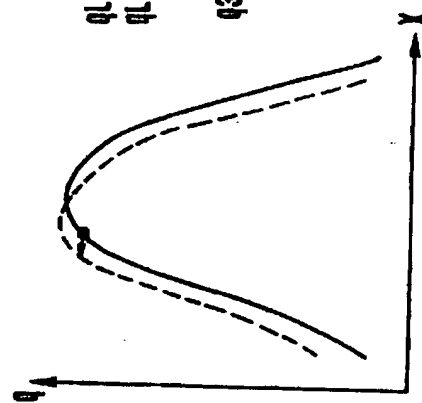
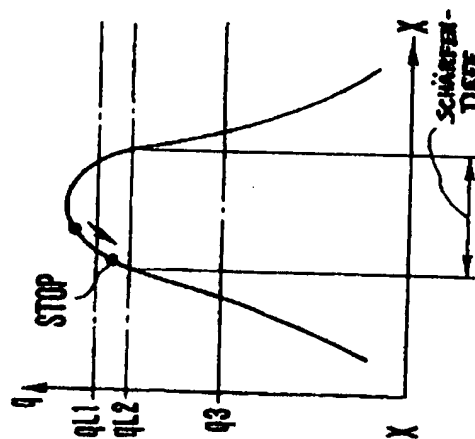
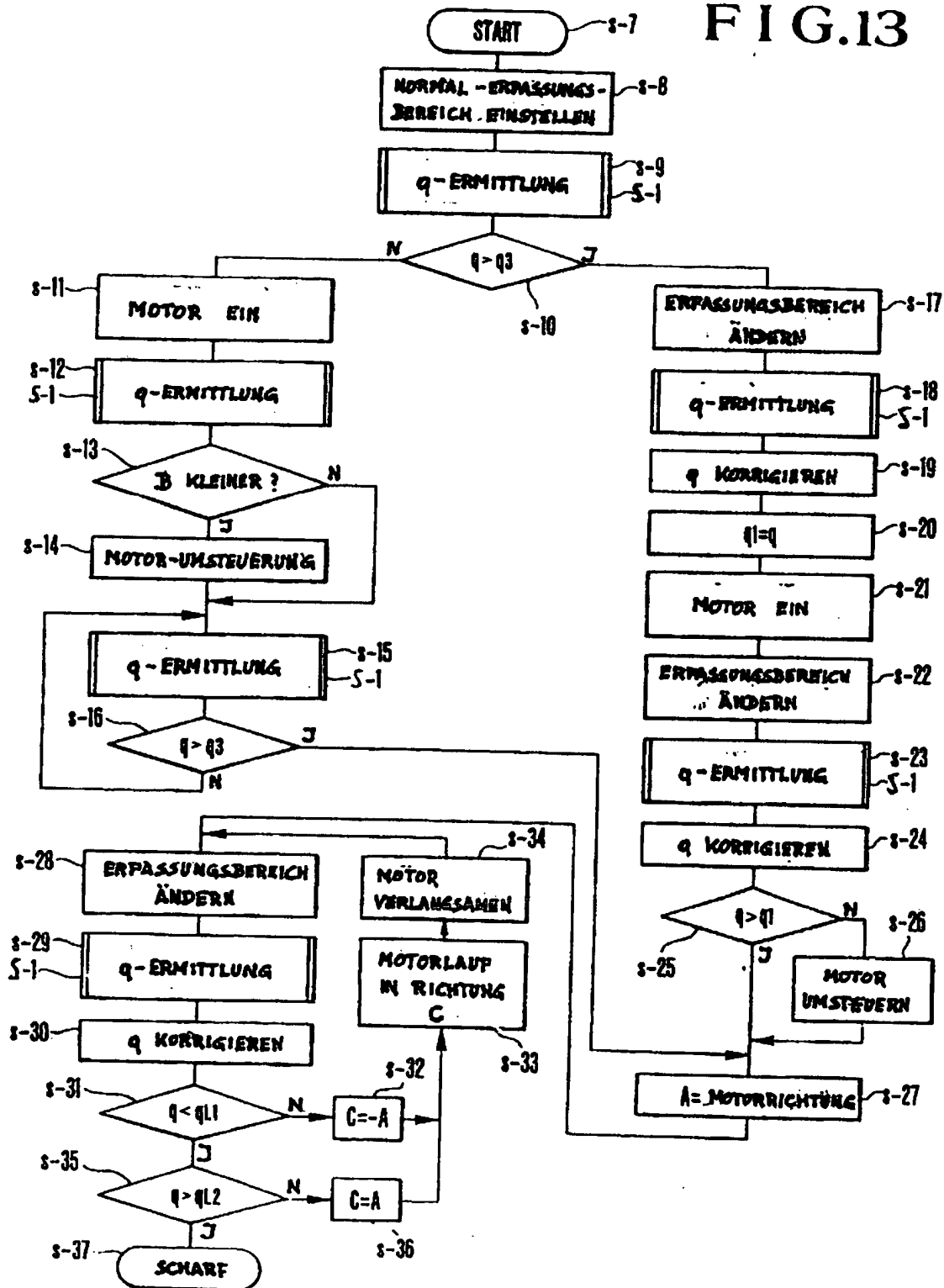


FIG.12



3636951

FIG.13



3636951

FIG.14

